

法政大学学術機関リポジトリ

HOSEI UNIVERSITY REPOSITORY

クライオストレッチングがフェンシング選手の前脛骨筋の疲労に及ぼす効果

著者	伊藤 マモル, 上岡 尚代, 朝比奈 茂, 山本 利春
出版者	法政大学体育・スポーツ研究センター
雑誌名	法政大学体育・スポーツ研究センター紀要
巻	30
ページ	75-81
発行年	2012-03-31
URL	http://hdl.handle.net/10114/7009

クライオストレッチングがフェンシング選手の前脛骨筋の疲労に及ぼす効果

Influence of Cryo-stretching on the fatigue tibialis anterior muscle on the fencer.

伊 藤 マモル (法政大学)

Ito Mamoru, PhD

上 岡 尚 代 (了徳寺大学)

Naoyo Kamioka

朝比奈 茂 (法政大学)

Shigeru Asahina, PhD

山 本 利 春 (国際武道大学)

Toshiharu Yamamoto, PhD

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of Cryo-stretching exerted on tibialis anterior muscle which high-intensity exercise exhausted. Subjects were six fencers (age:20.0±2.0) of the university.

The main results obtained were as follows :

1. After an exhaustion, the value of Numerical Rating Scale(=NRS) and measurement of muscle hardness which were subjects to the influence of Cryo-stretching showed reduction. However, a similar change was observed in the rest condition, too.
2. Although Cryo-stretching made muscle strength of ankle joint dorsiflexion increase, there was no significant difference. However, as for the result, the possibility to make isometric muscle contractions on muscle output recover is suggestive by Cryo-stretching.
3. The influence of Cryo-stretching wasn't admitted by "the range of motion on ankle joint plantar flexion and dorsiflexion" and "the repetition Marche and Rompe jump" which was tested for the performance which relates to the fencing.

This study suggested that Cryo-stretching can expect the possibility that it is possible to use effectively for the conditioning for the fencer. Then, it will be possible to be when Cryo-stretching is useful to the fatigue which was accumulated by tibialis anterior muscle of fencer, too. For a while, it thinks that necessary of examining the conditioning for fencer of not lowering a performance.

Key word

Cryo-stretching, Tibialis anterior muscle, Fencer

I. 緒言

フェンシング競技には異なる3種類の装備をするフルーレ、エペ、サーブルがあり、それぞれ特有の武器を使用した種目別の競技ルールで試合が行われる。公式試合では5名以上の選手が総当たり形式で予選が始まる。予選は5トゥシュ(touche:有効打突)先取で戦われるが、1回のトゥシュは数秒から1分近くかかる。このトゥシュの間には数秒のインターバルがある。予選を勝ち抜きトーナメントに進むと15トゥシュ先取で勝者が決まる。この試合時間は決勝まで勝ち進めば10時間近くにも及ぶ¹⁾。

実際の競技時間は17～48分であるが、移動距離は250～1000mであり、競技中の姿勢は、いわゆるアンギアルド(en garde:構え)のポジションを保持しなければならない。すなわち、フェンシングの一般的な姿勢は中腰姿勢であり、剣を持つ手の片側が前を向き、前足が後ろ足に対して垂直に

なるような立ち姿勢である。また、膝関節はその角度を20～30度に屈曲したスクワットポジションを保持した状態で競技を行う。競技中はバリスティックな動作で前進あるいは後退を繰り返す。このため、フェンシング競技では左右脚の動作様式は著しく異なっており、フェンシングの競技年数や経験の違いにもよるが、フェンシング選手の体格は前足の大腿周径が後足よりも大きくなることや、利き側の前腕、上腕、下腿の筋断面積も前足で大きくなる傾向を示した報告がある^{2,5)}。

競技中の足の基本的な動かし方には「マルシェ(図1)」および「ロンベ(図2)」と呼ばれる前進後退時に多用される特徴的な技術がある。マルシェとは基本姿勢から小さく一歩前に踏み出す技術であり、ロンベには一歩後ろへ下がるという意味がある。この特徴的な動作は、いずれの場合も前方に踏み込む側の足(以下、前足)で行われ、足関節の底屈および背屈動作の継続的な反復動作でもある。また、前足は「ファンデヴ」と呼ばれる打突動作時に力強く踏み込むため

に多用され、床反力を発揮するとともに着床時には打突動作の勢いを支えるブレーキング動作の機能を果たす。



図 1. マルシェ（前進技術）

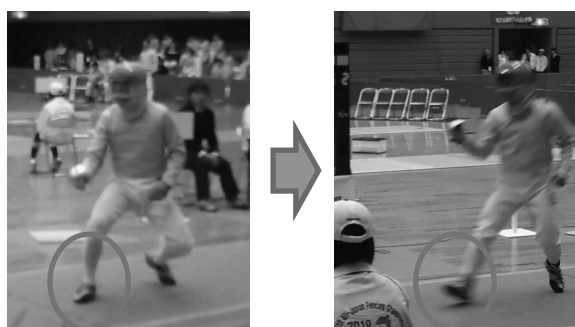


図 2. ロンペ（後進技術）

これらの動作は、瞬時に攻守のターンオーバーが必要であるフェンシングの競技特性であり、競技中は常に反復される。このように競技中に多用され持続的な体重支持をも担っている前脛骨筋は、フェンサーらの間で「マルシェ筋」と呼称されているほどであり、競技中のフェンサーの前脛骨筋の疲労度は一般に高い状態であると推察される。他方、フェンシングの公式試合では十分な休息時間を確保することが困難な場合が多い。これらのことから、競技中に高まった前脛骨筋の疲労は、フェンシング選手のパフォーマンスを低下させる要因の一つとなっている可能性が考えられる。また、前脛骨筋をはじめとする下腿部や足の疲労は、シンスプリントや足底腱膜炎などを代表とする障害を招くおそれもある。しかし、フェンシング競技におけるスポーツ傷害の報告^{6,7)}では、前脛骨筋の疲労および傷害予防の観点からそのコンディショニング法は検討されていない。

一方、スポーツ競技者自身はもちろん、そのサポートを経験した多くの者がアイシングの効果を認識していると思われる。近年、スポーツ競技やリハビリテーションの分野において、アイシングの影響や効果に関する臨床的な研究がみられ

る⁸⁾。筋の柔軟性は、一般に筋組織温の低下にともない伸張性が減少する。しかしながら、痛み、疲労、筋痙攣などによって神経―筋の興奮度が高くなり、筋スパズムを起こしている場合には、氷でそれらの部位をアイシングすることで、局所の新陳代謝の低下、毛細管透過性の減少、一時的血管収縮と二次的血管拡張、浅部疼痛受容器に対する閾値上昇作用、筋紡錘活動の低下など⁹⁾によって、痛みの麻痺効果や神経の鎮静作用が得られ、ストレッチしやすい状態になることが知られている¹⁰⁾。この氷で冷やすという寒冷刺激によってもたらされる生理的作用とストレッチを組み合わせたクライオ・ストレッチング（以下、CS）が、競技中の痛みや疲労の軽減に有効であるともいわれ、最大筋力の発揮や筋硬度の改善に関する効果が検討されているが未だ一定の見解は得られていない¹¹⁻¹²⁾。

II. 目的

本研究の目的は、運動負荷によって過度に疲労した前脛骨筋に対してCSを実施した場合と実施しなかった場合のパフォーマンステストの結果を比較し、その効果を明確にすることでフェンシング選手のパフォーマンス低下を軽減するためのコンディショニング方法を検討することである。

III. 方法

1. 被験者および被験筋

被験者はH大学男子フェンシング選手 6 名（平均年齢 20 ± 2 歳、平均身長 167.0 ± 4.8 cm、平均体重 60.6 ± 5.3 kg、体脂肪率 $\pm \%$ ）であった（表 1）。被験筋はH大学フェンシング部において主観的疲労主訴の割合が高かった前脛骨筋（マルシェ前脚）とした。

表 1. 被験者

	身長 [cm]	体重 [kg]	体脂肪率 [%]
被験者1	160.0	56.8	17.8
被験者2	173.0	60.4	12.7
被験者3	170.0	70.2	17.4
被験者4	161.0	64.0	21.0
被験者5	168.0	58.0	11.0
被験者6	170.0	54.0	8.3
平均値	167.0	60.6	14.7
標準偏差	4.8	5.3	4.4

2. 実験のプロトコール

実験のプロトコールを図 3 に示した。疲労困憊に至らせるための運動負荷を行う前に十分な安静状態を確保した上で身体計測や筋硬度測定部位の特定やマーキングを行い、パフォーマンステストを実施した（測定P）。測定P終了後、速やかに被験筋を疲労困憊させるための運動を行い、疲労困憊

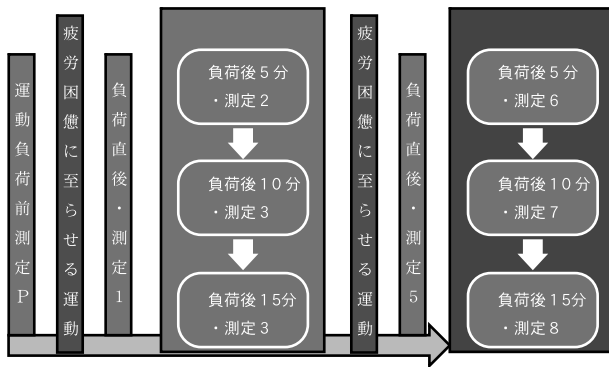


図 3. プロトコル

直後の測定を実施した（測定 1）。測定 1 終了後、直ちに被験者は座位安静状態をとり疲労した前脛骨筋に対して無処置のまま 5 分経過後（測定 2）、10 分経過後（測定 3）、15 分経過後（測定 4）に各測定を実施した。測定 4 終了直後、2 回目の疲労困憊に至らせるための運動を行わせた。被験者が疲労困憊に至った直後に測定 5 を実施し、直ちに被験者は座位安静状態をとり疲労した前脛骨筋に対して CS を実施した。

CS は、ホシザキ製アイスメーカーで製氷された角型アイスクューブを図 4 のようにパックし、前脛骨筋にラップで固定した（図 5）。アイスパックを固定した後、直ちに被験者に前脛骨筋のスタティック・ストレッチを指示し、被験者自らがセルフストレッチを行った（図 5）。ストレッチは強い痛みを感じない程度であるが、日常の強さよりも強めを指示した。CS の実施時間は 15 分間であったが測定 6、測定 7、測定 8 を行う時は CS を中断させた。

なお、本研究のすべてのプロトコルは、ヘルシンキ宣言にしたがい、事前に国際武道大学研究倫理委員会の審査を受け、その指針（人に関する研究）に準拠して行われたものである。また、本研究に参加したすべての被験者は、事前に研究の目的、内容、利益や不利益の説明を受け、それらを理解した上で研究参加同意書へ署名した。

3. 被験筋を疲労困憊させる運動負荷

被験者の姿勢は、背部の代償運動が生じることを抑制するために軽度前屈立位で被験筋側の踵をベンチにのせ膝関節は 120 度の角度を保持させた。負荷として用いた 10kg のダンベルを足部に固定用ベルトにて固定した（図 6）。

疲労困憊に至らせるための運動は、10kg のダンベルを負荷として足関節背屈運動を行わせ、反復テンポは 2 秒に 1 回のペースで実施した。疲労困憊の判定は、反復動作が連続して 3 回遅れた場合、または足関節の最大可動域まで連続して 3 回達しなかった場合のいずれかに該当した時とした。



図 4



図 5

4. 測定項目

測定は、足関節背屈筋力、筋硬度、足関節底背屈可動域（ROM）、疲労感の数値評価スケール（Numerical Rating Scale : NRS）、反復縦跳び（20 秒）を行った。

NRS は、疲労の強さを 0 ～ 10 までの 11 段階として、各測定開始時に感じていた疲労度を被験者から直接聞き取った。

筋硬度は、（株）井元製作所の生体組織硬度計を使用した。前脛骨筋の測定点は図 7 に示した 2 点とした。測定点は、膝窩から踵骨下部までを三等分した上部と中央部の各中央点とした。また、筋硬度は、各測定点を連続して 5 回計測し、最大値と最小値を除いた測定値を平均した。



図 6. 運動負荷

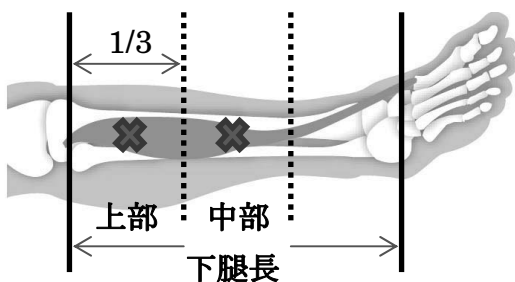


図 7. 筋硬度の測定点

ROMは、自己最大努力による足関節最大背屈位と最大底屈位の角度をゴニオメーターを用いて測定した。

足関節背屈筋力は、(株)竹井機器製デジタル式握力計DTKK5401を改造し、図8のように鎖で一方を固定した。被験者は軽度前傾の座位姿勢で、膝関節角度を120度として、足の甲にかけたベルトを足関節最大底屈位から最大努力で引いた時の筋力を測定した。



図 8

反復縦跳びは、フェンシングの基本的なフットワークを想定した独自のパフォーマンステストである。60cm間隔に引

かれた長さ1.5mの3本の線に対して直角に交わるようにして立つ。立位姿勢はアンギアルドポジションで中央の線を前足と後足で跨いだ状態でスタート姿勢を保持する。実験者の開始の合図で、前方の線を前足で踏んだ後、前後の足を交差させずに素早く後方に跳び、中央線をまたぎ、続いて後方の線を後ろ足で踏む。さらに瞬時に前方に切り返すこれらの動作を20秒間反復し、足で線を踏んだ回数を計測した。反復縦跳びの測定は、測定P、測定1、測定4、測定5、測定8において実施した。

5. 統計処理

データは、平均値±標準偏差値で示した。各項目の時系列的な変化を統計的に分析するため、一元配置分散分析とt検定を行った。なお、すべての統計解析には、パソコン用統計ソフトIBM SPSS Statistics19 for Windows (SPSS社)を使用し、統計的な有意水準を5%未満とした。

IV. 結果

NRSの時系列的変化を図9に示した。NRSは測定pで 1.5 ± 0.5 であったが、最初の疲労困憊運動後の測定1において 7.2 ± 0.4 に増加し、無処置の測定2は 4.3 ± 1.1 、測定3は 3.8 ± 1.7 、測定4は 3.5 ± 1.4 と変化した。2回目の疲労困憊運動後の測定5では 7.3 ± 0.5 に増加したが、CSにおける測定6は 3.7 ± 0.5 、測定7は 3.7 ± 1.1 、測定8は 2.8 ± 1.5 と徐々に減少する傾向がみられたが統計的な有意差は認められなかった。

筋硬度の時系列的変化を図10に示した。筋硬度は上部の値が中部の値と比較して低い値を示した。筋硬度上部の測定pで 62.6 ± 3.8 であったが、最初の疲労困憊運動後の測定1において 66.3 ± 2.6 に増加し、無処置の測定2は 65.0 ± 1.5 、測定3は 63.9 ± 2.5 、測定4は 62.5 ± 2.9 と値が減少する変化を示した。2回目の疲労困憊運動後の測定5では 65.7 ± 2.8 に増加したが、CSにおける測定6は 65.2 ± 1.9 、測定7は 64.4 ± 2.8 、測定8は 64.4 ± 3.3 と徐々に減少する変化がみられた。筋硬度中部の測定pで 71.4 ± 1.4 であったが、最初の疲労困憊運動後の測定1において 74.8 ± 1.4 に増加し、無処置の測定2は 72.0 ± 2.4 、測定3は 71.8 ± 0.9 、測定4は 70.7 ± 1.5 減少する変化が見られた。2回目の疲労困憊運動後の測定5では 73.5 ± 2.0 に増加したが、CSにおける測定6は 72.5 ± 1.9 、測定7は 71.4 ± 1.3 、測定8は 70.6 ± 1.5 と徐々に減少する傾向を示した。しかし、上部および中部の筋硬度の変化にはいずれも統計的な有意差は認められなかった。

足関節底背屈可動域の時系列的変化を図11に示したが、底屈角度および背屈角度のいずれにおいても図のように変化はほとんどみられなかった。

足関節背屈筋力の時系列的変化を図12に示した。足関節背屈筋力は測定pで $16.8 \pm 5.0\text{kg}$ であったが、最初の疲労困憊運動後の測定1において $15.1 \pm 4.5\text{kg}$ に減少し、無処置の測定2で $13.9 \pm 4.3\text{kg}$ の最低値を示した後、測定3の $15.3 \pm 4.7\text{kg}$ か

ら徐々に増加する傾向を示し、測定 4 は $15.5 \pm 4.7\text{kg}$ と変化した。2 回目の疲労困憊運動後の測定 5 では $15.3 \pm 4.7\text{kg}$ に変化した、CSにおいて測定6は $16.3 \pm 5.1\text{kg}$ 、測定 7 は $16.8 \pm 6.0\text{kg}$ 、測定 8 は $17.8 \pm 4.3\text{kg}$ と最高値を示したが統計的な有意差は認められなかった。

反復縦跳びの変化を図13に示した。反復縦跳びは、測定pで 68.3 ± 4.1 回を示し、最初の疲労困憊運動後の測定 1 において 68.8 ± 2.5 回とほとんど変化しなかった。測定 4 では 70.0 ± 6.8 回に増加し、2 回目の疲労困憊運動後の測定 5 では 68.0 ± 5.1 回に減少した。測定 8 では 69.3 ± 4.5 に変化した、これらの時系列的変化に統計的な有意差は認められなかった。

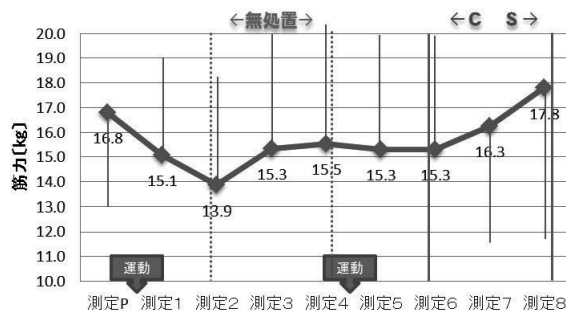


図12 足関節背屈筋力の変化

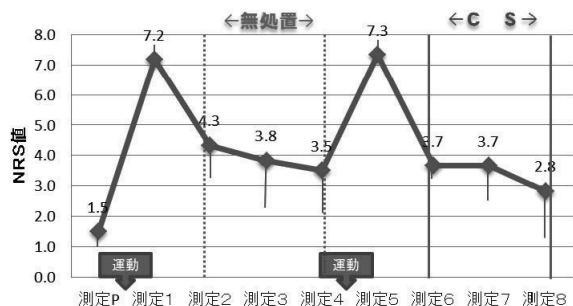


図9 NRSの変化

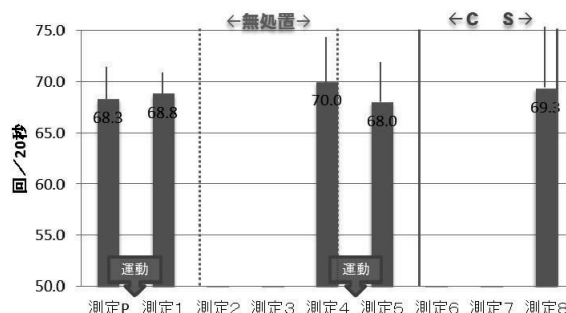


図13 反復縦跳びの変化

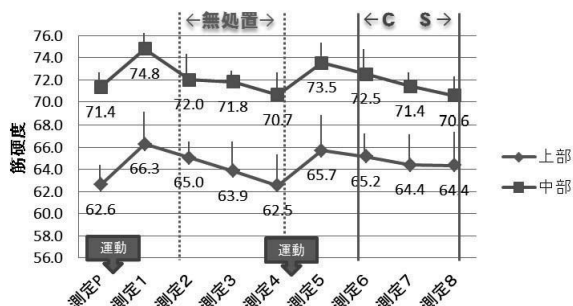


図10 筋硬度の変化

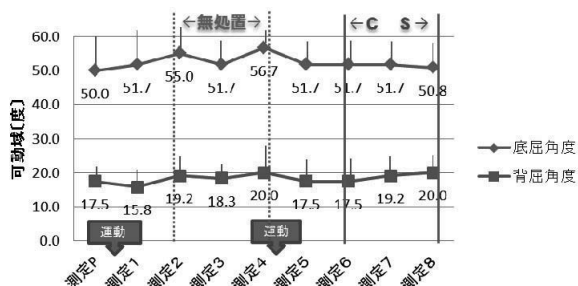


図11 足関節底屈可動域の変化

V. 考察

フェンシングの公式試合では選手は連続して試合に出場する機会が多いため、試合の合間に十分な休息を挟むことが難しい。そのため、現場では疲労した筋をいかにすばやく回復させられるかが重要になる。

Frank¹³⁾の研究では、上肢の屈伸運動に対し最大負荷の75%負荷量の運動を1セット22回とし、セット間で7.5分間の休息を行い、休息中に3分間の冷却を行った冷却群と対象群とで運動遂行不可となるまでのセット回数と総運動量の比較実験を行なった結果、総仕事量では冷却を加えた群の方が14.5%増加したことから、反復運動の間に冷却を行うことで筋持久力が向上する可能性が示唆されている。宇都宮¹⁴⁾もFrank¹³⁾と同様な結果を示しており、運動前の冷却刺激が中等度の等尺性運動の継続時間を冷却群において約20%延長したことを報告している。また、持続的運動前に筋を冷却することで40%MVCの負荷での等尺性運動継続時間は延長することが示されている。

しかしながら、本研究では、運動負荷後の前脛骨筋の筋疲労に及ぼすCSの効果を無処置と比較したが、NRS、筋硬度、足関節底背屈可動域、足関節背屈筋力、反復縦跳びに対する明確なCSの効果は認められなかった。いずれの測定項目でも、CSと無処置における測定値の変化は類似していた。言い換えれば、運動負荷によって疲労困憊させた前脛骨筋に対して、無処置で安静座位を保つことだけでも運動負荷前の状

態に回復したということである。

CSの効果として期待できる傾向として、2回目の疲労困憊運動直後に 7.3 ± 0.5 まで増加した測定5のNRSは、CSによって測定8の 2.8 ± 1.5 まで減少し、無処置の測定4である 3.5 ± 1.4 をわずかに下回る結果を示した。これは宇都宮ら¹⁴⁾の研究においても認められた冷却群の処置後に圧痛閾値の有意な低下と同様のメカニズムと考えられ、冷却適用中に正中神経の知覚神経の経皮的伝導速度が低下が生じた結果であると推察される¹⁵⁾。

また、足関節背屈筋力ではCSによって筋力が徐々に増加する変化を示し、測定8の値は測定Pにおける 16.8 ± 5.0 kgよりも高い 17.8 ± 4.3 kgが記録された。Wolf¹⁶⁾は等尺性最大筋収縮力は冷却により低下するとしているが、本研究において測定した足関節背屈筋力は等尺性収縮筋力を評価しており、Frank¹³⁾や宇都宮ら¹⁴⁾の研究結果を支持する傾向を示したと考えられ、CSによって足関節背屈筋力の筋出力が回復する可能性を予測させる結果であった。

筋硬度に関して森ら¹²⁾は、CSがアイシングやストレッチ以上の疲労回復効果を及ぼさないことを報告しているが、その一方でアイシング単独の処置を行うよりも、CSによって疲労した筋の筋硬度を減少させる傾向が認められたと述べている。本研究では、前脛骨筋を上部と中部に分けて測定したが、測定4と測定8の上部の筋硬度はCSでわずかに高く、中部はほとんど同じ値を示した。宇都宮ら¹⁴⁾は冷却後の組織硬度が上昇したことを示し、その理由として筋のスティッフネスが温度低下によって筋線維の粘性を上昇させた影響であると説明している。

このように、アイシングやCSの効果には未だ検討の余地が多く残されているが、本研究の立場はフェンシング選手の疲労軽減に対するCSの有効性を検討することによって、パフォーマンス低下を防止するためのコンディショニング方法を求めていくことが主眼であったことから、生理学的な検討のみならず、競技パフォーマンスに及ぼす効果を検討することもそれ以上に重要だと考えていた。そのために、本研究では独自に考案した競技関連体力である反復縦跳びを測定した。ストレッチ後のパフォーマンスに及ぼす影響を検討した先行研究では、近年、長時間のストレッチが競技パフォーマンスを低下させる可能性を支持する見解が散見される。また、アイシングに関しても、冷却が瞬発的な運動能力や疲労回復に対してネガティブな影響を及ぼしたと結論した研究が少なからずみられる¹⁷⁻¹⁸⁾。しかし、本研究では、一般に行われているストレッチよりも長時間といえる15分間を実施した。このようなスタティックストレッチによる長時間の筋の伸張刺激は副交感神経を優位にさせるというメカニズムから筋力やパワーを減少させるとの研究報告がある¹⁹⁾。また、持久的トレーニング後に習慣的な冷却を行ってきた筋には、有酸素的作業能力の改善度が小さく²⁰⁾、最大筋力および筋持久力の増加も小さい傾向を示し²¹⁾、トレーニングによる最大筋力の増大に冷却は影響しないが筋持久力の向上を抑えた²²⁾と

いった研究報告がみられる。このように運動後に行う活動筋のアイシングが持久的なトレーニングの効果を減衰させる可能性が示唆され、長期的で習慣的なアイシングではネガティブな見解が散見される。しかし、本研究では一過性のアイシングの影響として反復縦跳びの測定値に著しい減少はみられず、CS直後の測定8では測定Pの値をわずかに上回る 69.3 ± 4.5 回を示し、疲労困憊直後無処置後の測定6と比較しわずかに増加する変化を示した。また、被験者の様子から、無処置中と比較しCS中は明らかな疲労を訴えず、むしろ疲労の感覚が低くなるなど、Verducci²³⁾の報告と同様な一時的で感覚的なパフォーマンスの改善ならびにリフレッシュ感が得られたことが観察され、本研究で疲労させた筋に対してCSによる何らかの効果が生じていた可能性を否定できないと思われる。周知のように運動による筋温上昇は血流量の増加にともない毛細血管などの微小循環を活発にさせるが、アイシングはそれらを抑制ないしは低下させると考えられている⁹⁾。また、疲労困憊したことによって、筋収縮に関与するカルシウムイオン濃度を制御している筋小胞体やカルシウムスイッチなどの機能は低下することが知られている²⁴⁾。本研究では被験筋内の生理的検証は行っていないため、推論の域を出ないが、そのメカニズムの進行をアイシングが遅行させ、疲労への移行が抑制された可能性が考えられる。このような推測に加え、アイシングが等尺性筋力の回復に効果を示す可能性、疲労によって生じる痛みを麻痺させる効果、神経を鎮静させる作用のあることなどを総括的に考えれば、競技中のわずかなインターバル時や試合の合間にある程度の休息時間が確保できる場合には、積極的にアイシングやCSを疲労筋に対して行うことを支持したい。

しかしながら、本研究では、いずれの測定結果においても有意差のある明確な結果を得られなかった。その理由として、疲労困憊に至らしめるために実施した運動負荷やCSの方法が不十分であった可能性も考えられる。特にセルフストレッチは被験者自身に行わせたことによって、ストレッチの強度を一定に保つことが困難であったと推察され、今後、同様な実験を行う場合にはこの点を慎重に検討するとともに、異なる視点から、温熱中のストレッチの影響に関しても今後検討したい。

VI. 結論

本研究によって以下の結果が得られた。

1. 疲労困憊後のNRSおよび筋硬度は、CSの影響と思われる減少変化を示したが、この変化は無処置にも類似して観察された。
2. 足関節背屈筋力はCSの影響と思われる増加変化を示した。この結果はCSの実施が等尺性筋収縮による筋出力を回復させる効果を有する可能性を予想させる結果であった。
3. 足関節底背屈可動域および反復縦跳びなどの競技パ

パフォーマンスに対して、CSの負の影響は認められなかったといえる。

いずれの結果にも有意差が認められなかったが、CSはフェンシング選手のコンディショニングに有効な疲労解消手段の一つとなり得る可能性を示す結果が得られた。

謝辞

本稿を終えるにあたり、本実験の遂行にご協力下さった被験者ならびに徳寺大学健康科学部整復医療トレーナー学科の皆様に深く感謝の意を表します。

文献

- 1) Roi, G.S., Pittaluga, L.: Time-motion analysis in women's sword fencing., *Proceedings of the Fourth IOC Congress on Sport Sciences*, Oct, 22-25, Monaco, 667, 1997.
- 2) Roi, G.S., Mogroni, P., Lo spadista modello, *SdS*, 9, 51-57, 1987.
- 3) Margonato, V., Roi, G.S., Cerizza, C.: Maximal isometric force and muscle cross-sectional area of the forearm in fencers., *J.Sports Sci.*, 12, 567-572, 1994.
- 4) Tsolakis, C.H., Katsikas, C.H.: Long term effects of a combined physical conditioning and fencing training program on neuro-muscular performance in elite fencers., *Int.J.Fitness*, 2(1), 35-42, 2006.
- 5) Tsolakis, C.H., Bogdanis, G.C., Vagenas, G.: Anthropometric Profile and limb asymmetries in young male and female fencers., *J Hum Mov Stud*, 50, 201-216, 2006.
- 6) 岡村良久, 原田征行: フェンシング, 臨床スポーツ医学, 12, 402-405, 1995.
- 7) 岡村良久, ほか: 高校フェンシング選手における坐骨結節骨端炎, 臨床スポーツ医学, 8, 1055-1058, 1991.
- 8) Kenneth L.K.: クライオセラピー, ブックハウスHD, 東京, 1997.
- 9) 大森豊明: 生体物理刺激と生体反応, 温熱のリハビリテーション医療への応用, 556-565, (株)フジ・テクノシステム, 東京, 2004.
- 10) 山本利春: ストレッチの教科書. 新星出版社, 12-35, 2010.
- 11) 森慎太郎, 向井直樹, 白木仁, 竹村雅裕, 福田崇, 宮川俊平: クライオストレッチングが筋の疲労回復に及ぼす影響, 体力科学, 54 (6), 651, 2005.
- 12) 森慎太郎, 向井直樹, 白木仁, 竹村雅裕, 宮川俊平: クライオストレッチングが筋の疲労回復に及ぼす影響(第2報), 体力科学, 57 (6), 944, 2008.
- 13) Frank M.: Interval cryotherapy decreases fatigue during repeated weight lifting., *J.Athl.Train.*, 35, 422-426, 2000.
- 14) 宇都宮雅博, 森下勝行, 烏野大, 芳川晃久, 諸角一記, 吉崎邦夫, 藤原孝之, 阿部康次: 運動前の冷却刺激が中等度等尺性運動の継続時間に与える影響, 体力科学, 58, 431-440, 2009.
- 15) Halar E.M., delisa J.A., & Soine T.L.: Nerve conduction studies in upper extremities: skin temperature corrections., *Arch.phys.Med.Rehabil.*, 64, 412-416, 1983.
- 16) Wolf S.L.: Contralateral upper extremity cooling from a specific cold stimulus., *Phys.Ther.*, 51, 158-165, 1971.
- 17) Mohr M. et al.: Muscle temperature and sprint performance during soccer matches-beneficial effect of re-warm-up at half time., *Scand.J.Med.Sci.Sports*, 14(3), 156-162, 2004.
- 18) Paddon-Jones D.J. and Quigley B.M.: Effect of cryotherapy on muscle soreness and strength following eccentric exercise., *Int.J.Sports Med.*, 33, 393-397, 1997.
- 19) 山本利春, 山口太一: ストレッチの有効性, トレーニングジャーナル, 28, 28-32, 2011.
- 20) 山根基, 大西範和, 小坂光男: 持久カトレニング後に行う活動筋冷却の影響, 体力科学, 53, 519-526, 2004.
- 21) 大西範和, 山根基, 小坂光男: 運動後に行うアイシングの長期的な適用の影響について, デサントスポーツ科学, 26, 51-59, 2005.
- 22) 照屋博康, 山根基, 色摩正雄, 大西範和: 運動後の冷却が筋カトレニングの効果に及ぼす影響, 瀬木学園紀要, 1, 135-139, 2007.
- 23) Verducci F.M.: Interval cryotherapy and fatigue in university baseball pitchers., *Res Q Exerc Sport.*, 72(3), 280-287, 2001.
- 24) 松永智, 三島隆章, 山田崇史, 和田正信: 高強度トレーニングおよび一過性の運動が筋小胞体のCA2+取り込み機能に及ぼす影響-酸化的修飾との関連-, 体力科学, 57, 327~338, 2008.